

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Ken TSUTSUGUCHI, et al.

Serial No. To Be Assigned

Filed: August 19, 1997

For: METHOD FOR GENERATING  
ANIMATIONS OF A MULTI-  
ARTICULATED STRUCTURE,  
RECORDING MEDIUM HAVING  
RECORDED THEREON THE  
SAME AND ANIMATION  
GENERATING APPARATUS  
USING THE SAME

Art Unit: To Be Assigned

Examiner: To Be Assigned

Atty Docket: 162/464



#2

**SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT(S) and  
CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Priority under 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed to the following priority document(s), certified copies of which are enclosed. The documents were filed in a foreign country within the proper statutory period prior to the filing of the above-referenced United States patent application.

<u>Country</u>	<u>Priority Document Serial No.</u>	<u>Filing Date</u>
Japanese	219972/96	August 21, 1996

Acknowledgement of this claim and submission in the next official communication is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Elliott I. Pollock, Reg. No. 16,906  
Pollock, Vande Sande & Priddy, R.L.L.P.  
1990 M Street, N.W.  
Washington, D. C. 20036-3425  
Telephone: 202-331-7111

Date: 8/18/98

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

68718 U.S. PTO  
08/912863  
08/19/97

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
in this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1 9 9 6 年 8 月 2 1 日

願 番 号  
Application Number:

平成 8 年特許願第 2 1 9 9 7 2 号

願 人  
Applicant (s):

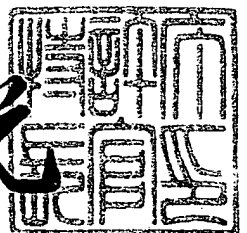
日本電信電話株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1 9 9 7 年 8 月 1 5 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

荒井 寿光



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH085887

【提出日】 平成 8年 8月21日

【あて先】 特許庁長官 荒井 寿光 殿

【国際特許分類】 G06K 9/00  
G06K 9/52

【発明の名称】 多関節構造体の運動画像生成方法及び装置

【請求項の数】 21

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 筒口 けん

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 末永 康仁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 渡部 保日児

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 曾根原 登

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目 1 9 番 2 号

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代表者】 宮津 純一郎

【代理人】

【識別番号】 100071113

【郵便番号】 104

【住所又は居所】 東京都中央区八丁堀3-17-16-201 セントラル京橋

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅 隆彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008914

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004737

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多関節構造体の運動画像生成方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 多関節構造体の関節の運動を画像で表現するに当たり、  
関節を剛体の物理振子にて近似したモデルとし、当該モデルに対して運動方程式を立てて当該関節の運動を表現する、

ことを特徴とする多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項2】 多関節構造体の腕の運動を画像で表現するに当たり、  
腕の構造を剛体の物理振子にて近似した腕モデルとし、当該腕モデルに対して運動方程式を決定し、当該腕モデルの物理振子の支点となる肩モデルの位置を計算し、前記運動方程式に応じて、ある時刻における腕の配置を示す角度を計算し、当該腕の配置を示す角度が複数存在する場合は予め設定した重み付けを行って合成することにより、腕の運動状態を表現する、

ことを特徴とする多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項3】 多関節構造体の腕の運動を画像で表現するに当たり、  
腕の構造を剛体の物理振子にて近似した腕モデルとし、当該腕モデルに対して複数の運動方程式や補間法を行う際の式を決定し、当該腕モデルの物理振子の支点となる肩モデルの位置を計算し、複数の運動方程式や補間法を行う際の式に応じて、ある時刻における腕の配置を示す角度を計算し、当該腕の配置を示す角度が複数存在する場合は予め設定した重み付けを行って合成することにより、腕の運動状態を表現する、

ことを特徴とする多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項4】 前記腕モデルは、  
当該モデル化に伴い、上腕部並びに下腕部の長さ、質量、重心位置、最大伸展角度、最大屈曲角度、慣性モーメント等の各種物理量をも決定する、

ことを特徴とする請求項2又は3に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項5】 前記腕を近似した腕モデルによる運動が前記肩を近似した肩モデルによる運動と独立であると仮定して前記運動方程式を決定する、

ことを特徴とする請求項2、3又は4に記載の多関節構造体の運動画像生成方

法。

【請求項6】前記腕を近似した腕モデルの運動方程式は、  
予め設定された運動を表す関数と重ね合わせられ、腕の運動を表現する、  
ことを特徴とする請求項2、3、4又は5に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項7】前記肩モデル位置計算は、  
3次元空間内の点として座標値及び速度並びに加速度を計算する、  
ことを特徴とする請求項2、3、4、5又は6に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項8】前記肩モデルは、  
鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転する剛体棒とする、  
ことを特徴とする請求項2、3、4、5、6又は7に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項9】前記肩モデルは、  
鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転するとともに、水平な軸のまわりに所定角度 $\delta$ だけ回転する剛体棒とする、  
ことを特徴とする請求項2、3、4、5、6又は7に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項10】前記肩モデルは、  
当該肩の回転で生じる遠心力が考慮され、回転にて腕の付根である脇の下が開くように運動状態が表される、  
ことを特徴とする請求項2、3、4、5、6、7、8又は9に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項11】前記物理振子は、  
二重振子である、  
ことを特徴とする請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9又は10に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項12】前記予め設定した重み付けによる合成は、  
線形又は非線形に合成される、

ことを特徴とする請求項2、3、4、5、6、7、8、9、10又は11に記載の多関節構造体の運動画像生成方法。

【請求項13】多関節構造体の腕の運動を画像で表現する多関節構造体の運動画像生成装置において、

腕の構造を剛体による物理振子で近似してモデル化する腕配置モデル化部と、

前記腕の運動状態を表す運動方程式を決定する腕運動状態モデル化部と、

前記物理振子の支点となる肩の位置を計算する肩位置決定部と、

前記運動方程式に応じて、ある時刻における腕部の配置を示す角度を計算する腕角度計算部と、

前記腕角度計算部で生成された角度が複数存在する場合は、所定の重み付けを行ってこれを合成し、ある時刻に対する角度の計算結果を出力する計算角度の合成・出力部と、を備えた、

ことを特徴とする多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項14】多関節構造体の腕の運動を画像で表現する多関節構造体の運動画像生成装置において、

腕の構造を剛体による物理振子で近似してモデル化する腕配置モデル化部と、

前記腕の運動状態を表す複数の運動方程式や補間法を行う際の式を決定する腕運動状態モデル化部と、

前記物理振子の支点となる肩の位置を計算する肩位置決定部と、

前記した複数の運動方程式や補間法を行う際の式に応じて、ある時刻における腕の配置を示す角度を計算する腕角度計算部と、

前記腕角度計算部で生成された角度が複数存在する場合は、所定の重み付けを行ってこれを合成し、ある時刻に対する角度の計算結果を出力する計算角度の合成・出力部と、を備えた、

ことを特徴とする多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項15】前記腕運動状態モデル化部は、

前記腕を近似した腕モデルによる運動が肩を近似した肩モデルによる運動と独立であると仮定して運動方程式を決定する機能を備えた、

ことを特徴とする請求項13又は14に記載の多関節構造体の運動画像生成装

置。

【請求項16】前記腕運動状態モデル化部は、

前記腕を近似した腕モデルの運動方程式に、予め設定された運動を表す関数を重ね合わせる機能を備えた、

ことを特徴とする請求項13、14又は15に記載の多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項17】前記肩モデルは、

鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転する剛体棒とする、

ことを特徴とする請求項13、14、15又は16に記載の多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項18】前記肩モデルは、

鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転するとともに、水平な軸のまわりに所定角度 $\delta$ だけ回転する剛体棒とする、

ことを特徴とする請求項13、14、15又は16に記載の多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項19】前記腕運動状態モデル化部は、

異なった複数種類の運動モデル化部を有する、

ことを特徴とする請求項14、15、16、17又は18に記載の多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項20】前記腕角度計算部は、

前記腕運動状態モデル化部の各運動モデル部の各手法に対応した計算部を有する、

ことを特徴とする請求項19に記載の多関節構造体の運動画像生成装置。

【請求項21】前記複数の運動モデル化部は、

腕モデルにおいて、時刻に応じて各状態を取るような系であるとして、

1つは、当該状態間を線形にそれぞれ一定の速度で運動する状態をかつ、

1つは、当該状態間を正弦曲線で近似させる速度で運動する状態をかつ、

1つは、当該状態間を物理法則に従う運動状態を、それぞれ分担して計算する機能を有する、



ことを特徴とする請求項19又は20に記載の多関節構造体の運動画像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、人物像等の多関節構造体の運動画像を生成し、特に、腕等の関節運動を表現するのに用いる多関節構造体の運動画像生成方法及びそれを実施するための装置に関する。

【0002】

【従来技術】

従来、人物像等の多関節構造体の運動画像を生成する手法としては、(1) 線形あるいは初等関数などを用いた補間法、(2) 運動方程式を立てて初期条件と終期条件が一致するように力を数値的に計算する方法、(3) カメラによる撮像等からの動作データ入力を適用する方法等を採用していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記した(1)の補間法では、歩行動作に付随する腕の運動など、腕の運動自体が主な目的ではない動作を画像生成するような場合、動作が一様で変化に乏しくなるという問題がある。また、(2)の方法では、モデルの構築方法によって自由度が増加し、大量の計算コストが要するという問題がある。さらに(3)の方法では、さまざまな動作シーンへの適用が困難であるため、多数の動作データを採取する必要があるという問題がある。

【0004】

ここにおいて本発明の解決すべき主要な目的は、次の通りである。

本発明の第1の目的は、腕などの関節の運動を計算量を少なく抑えて多様に表現することができる多関節構造体の運動画像生成方法及びそれを実施するための装置を提供せんとするものである。

【0005】

本発明の第2の目的は、歩行動作に付随する腕の運動など、当該腕の運動自体

が主な目的ではない動作を自然に表現することができる多関節構造体の運動画像生成方法及びそれを実施するための装置を提供せんとするものである。

【0006】

本発明のその他の目的は、明細書、図面、特に特許請求の範囲の各請求項の記載から自ずと明らかとなろう。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、関節を剛体の物理振子にて近似したモデルとし、当該モデルに対して運動方程式を立てて当該関節の運動を表現する。よって、腕などの関節の運動を計算量を少なく抑えて多様に表現することができる。

さらに具体的詳細に述べると、当該課題の解決では、本発明が次に列挙するそれぞれの新規な特徴的構成手法または手段を採用することにより、前記目的を達成する。

【0008】

すなわち、本発明方法の第1の特徴は、多関節構造体の関節の運動を画像で表現するに当たり、関節を剛体の物理振子にて近似したモデルとし、当該モデルに対して運動方程式を立てて当該関節の運動を表現してなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0009】

本発明方法の第2の特徴は、多関節構造体の腕の運動を画像で表現するに当たり、腕の構造を剛体の物理振子にて近似した腕モデルとし、当該腕モデルに対して運動方程式を決定し、当該腕モデルの物理振子の支点となる肩モデルの位置を計算し、前記運動方程式に応じて、ある時刻における腕の配置を示す角度を計算し、当該腕の配置を示す角度が複数存在する場合は予め設定した重み付けを行って合成することにより、腕の運動状態を表現してなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0010】

本発明方法の第3の特徴は、多関節構造体の腕の運動を画像で表現するに当たり、腕の構造を剛体の物理振子にて近似した腕モデルとし、当該腕モデルに対し

て複数の運動方程式や補間法を行う際の式を決定し、当該腕モデルの物理振子の支点となる肩モデルの位置を計算し、複数の運動方程式や補間法を行う際の式に応じて、ある時刻における腕の配置を示す角度を計算し、当該腕の配置を示す角度が複数存在する場合は予め設定した重み付けを行って合成することにより、腕の運動状態を表現してなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

## 【0011】

本発明方法の第4の特徴は、前記本発明方法の第2又は第3の特徴における前記腕モデルが、当該モデル化に伴い、上腕部並びに下腕部の長さ、質量、重心位置、最大伸展角度、最大屈曲角度、慣性モーメント等の各種物理量をも決定してなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

## 【0012】

本発明方法の第5の特徴は、前記本発明方法の第2、第3又は第4の特徴において、前記腕を近似したモデルによる運動が前記肩を近似したモデルによる運動と独立であると仮定して前記運動方程式を決定してなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

## 【0013】

本発明方法の第6の特徴は、前記本発明方法の第2、第3、第4又は第5の特徴における前記腕を近似したモデルの運動方程式が、予め設定された運動を表す関数と重ね合わせられ、腕の運動が表現されてなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

## 【0014】

本発明方法の第7の特徴は、前記本発明方法の第2、第3、第4、第5又は第6の特徴における前記肩モデルの位置計算が、3次元空間内の点として座標値及び速度並びに加速度を計算してなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

## 【0015】

本発明方法の第8の特徴は、前記本発明方法の第2、第3、第4、第5、第6又は第7の特徴における前記肩モデルが、鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転する剛体棒である多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0016】

本発明方法の第9の特徴は、前記本発明方法の第2、第3、第4、第5、第6又は第7の特徴における前記肩モデルが、鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転するとともに、水平な軸のまわりに所定角度 $\delta$ だけ回転する剛体棒である多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0017】

本発明方法の第10の特徴は、前記本発明方法の第2、第3、第4、第5、第6、第7、第8又は第9の特徴における前記肩モデルが、当該肩の回転で生じる遠心力が考慮され、回転にて腕の付根である脇の下が開くように運動状態が表されてなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0018】

本発明方法の第11の特徴は、前記本発明方法の第1、第2、第3、第4、第5、第6、第7、第8、第9又は第10の特徴における前記物理振子が、二重振子である多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0019】

本発明方法の第12の特徴は、前記本発明方法の第2、第3、第4、第5、第6、第7、第8、第9、第10又は第11の特徴における前記予め設定した重み付けによる合成が、線形又は非線形に合成されてなる多関節構造体の運動画像生成方法の構成採用にある。

【0020】

本発明装置の第1の特徴は、多関節構造体の腕の運動を画像で表現する多関節構造体の運動画像生成装置において、腕の構造を剛体による物理振子で近似してモデル化する腕配置モデル化部と、前記腕の運動状態を表す運動方程式を決定する腕運動状態モデル化部と、前記物理振子の支点となる肩の位置を計算する肩位置決定部と、前記運動方程式に応じて、ある時刻における腕部の配置を示す角度を計算する腕角度計算部と、前記腕角度計算部で生成された角度が複数存在する場合は、所定の重み付けを行ってこれを合成し、ある時刻に対する角度の計算結果を出力する計算角度の合成・出力部と、を備えてなる多関節構造体の運動画像生成装置の構成採用にある。

## 【0021】

本発明装置の第2の特徴は、多関節構造体の腕の運動を画像で表現する多関節構造体の運動画像生成装置において、腕の構造を剛体による物理振子で近似してモデル化する腕配置モデル化部と、前記腕の運動状態を表す複数の運動方程式や補間法を行う際の式を決定する腕運動状態モデル化部と、前記物理振子の支点となる肩の位置を計算する肩位置決定部と、前記した複数の運動方程式や補間法を行う際の式に応じて、ある時刻における腕の配置を示す角度を計算する腕角度計算部と、前記腕角度計算部で生成された角度が複数存在する場合は、所定の重み付けを行ってこれを合成し、ある時刻に対する角度の計算結果を出力する計算角度の合成・出力部と、を備えてなる多関節構造体の運動画像生成装置の構成採用にある。

## 【0022】

本発明装置の第3の特徴は、前記本発明装置の第1又は第2の特徴における前記腕運動状態モデル化部が、前記腕を近似した腕モデルによる運動が肩を近似した肩モデルによる運動と独立であると仮定して運動方程式を決定する機能を備えてなる多関節構造体の運動画像生成装置の構成採用にある。

## 【0023】

本発明装置の第4の特徴は、前記本発明装置の第1、第2又は第3の特徴における前記腕運動状態モデル化部が、前記腕を近似した腕モデルの運動方程式に、予め設定された運動を表す関数を重ね合わせる機能を備えてなる多関節構造体の運動画像生成装置の構成採用にある。

## 【0024】

本発明装置の第5の特徴は、前記本発明装置の第1、第2、第3又は第4の特徴における前記肩モデルが、鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転する剛体棒からなる多関節構造体の運動画像生成装置の構成採用にある。

## 【0025】

本発明装置の第6の特徴は、前記本発明装置の第1、第2、第3又は第4の特徴における前記肩モデルが、鉛直な軸のまわりに所定角度 $\theta$ だけ回転するとともに、水平な軸のまわりに所定角度 $\delta$ だけ回転する剛体棒からなる多関節構造体の運

動画画像生成装置の構成採用にある。

【0026】

本発明装置の第7の特徴は、前記本発明装置の第2、第3、第4、第5又は第6の特徴における前記腕運動状態モデル化部が、異なった複数種類の運動モデル化部を有してなる多関節構造体の動画画像生成装置の構成採用にある。

【0027】

本発明装置の第8の特徴は、前記本発明装置の第7の特徴における前記腕角度計算部が、前記腕運動状態モデル化部の各運動モデル化部の各手法に対応した計算部を有してなる多関節構造体の動画画像生成装置の構成採用にある。

【0028】

本発明装置の第9の特徴は、前記本発明装置の第7又は第8の特徴における前記複数の運動モデル化部が、腕モデルにおいて、時刻に応じた各状態を取るような系であるとして、1つは、当該状態間を線形にそれぞれ一定の速度で運動する状態をかつ、1つは、当該状態間を正弦曲線で近似させる速度で運動する状態をかつ、1つは、当該状態間を物理法則に従う運動状態を、それぞれ分担して計算する機能を有してなる多関節構造体の動画画像生成装置の構成採用にある。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を、その装置例、方法例、応用装置例及び応用方法例に基づいて説明する。

【0030】

(装置例)

図1は本装置例の多関節構造体の動画画像生成装置（以下、適宜、動画画像生成装置と略す） $\alpha$ の構成を示す。

本装置例の動画画像生成装置 $\alpha$ は、腕配置モデル化部1、腕運動状態モデル化部2、肩位置決定部3、腕角度計算部4、及び計算角度の合成・出力部5からなり、腕配置モデル化部1が腕Aの運動の画像表現に必要な情報を入力する入力部6に接続され、計算角度の合成・出力部5が腕Aの運動モデルを画像表示する表示部7に接続されている。

## 【0031】

## (方法例)

次に、前記装置例の運動画像生成装置 $\alpha$ を使用した多関節構造体の運動画像生成方法の方法例について説明する。本方法例では、人の腕の運動画像を生成することとする。

まず、腕Aの運動画像の生成に必要となる各種の情報を入力部6を介して腕配置モデル化部1に入力する。

すると、腕配置モデル化部1は、腕Aの構造を剛体による物理振子で近似して腕モデル化するとともに、各種物理量（上腕部並びに下腕部の長さ、質量、重心位置、最大伸展角度、最大屈曲角度、慣性モーメントなど）を決定して、これら腕モデル及び決定した物理量を出力する。

## 【0032】

腕運動状態モデル化部2は、腕配置モデル化部1から出力された腕モデル及び物理量に対して、運動状態を表す運動方程式や補間法を行う際の式を決定して出力する。

肩位置決定部3は、腕配置モデル化部1の剛体による物理振子の支点となる肩モデルの位置を計算する。肩モデルの位置の計算方法はそれが3次元空間内の点として座標値及び速度、加速度が計算されるものであればその手段を問わない。

## 【0033】

続いて、腕角度計算部4にて、腕運動状態モデル化部2で決定された式に応じて、ある時刻における腕部の配置を示す角度を計算する。その際、腕運動状態モデル化部2で決定された腕モデルに応じて計算を行うが、複数の腕モデルが選択された際には複数の値を出力する。

## 【0034】

そして、計算角度の合成・出力部5が、腕角度計算部4で生成された角度の合成を行って出力する。すなわち、腕角度計算部4で生成されたある時刻での角度が複数存在する場合、それら複数の角度を所定の重み付けを行って線形あるいは非線形に合成する。合成された角度はある時刻に対する角度の計算結果として出力する。その結果、自然な運動に近い多様な腕Aの運動状態を計算量を少なく抑

えて表現することができる

【0035】

(応用装置例)

図2は本発明の応用装置例の運動画像生成装置 $\beta$ の構造を示す。

本応用装置例の運動画像生成装置 $\beta$ は、腕配置モデル化部1、腕運動状態モデル化部2、肩位置決定部3、腕角度計算部4、及び計算角度の合成・出力部5からなり、上述した運動画像生成装置 $\alpha$ と同様に入力部6や表示部7に接続されている。

【0036】

また、本応用装置例の運動画像生成装置 $\beta$ では、腕運動状態モデル化部2が、異なった3種類の運動モデル化部2a、2b、2cで腕Aの運動状態をモデル化する。そして、腕角度計算部4には、腕運動状態モデル化部2の各手法2a、2b、2cに対応した計算部4a、4b、4cが設けられている。

【0037】

(応用方法例)

次に、前記応用装置例を使用した多関節構造体の運動画像生成方法について説明する。

まず、前記方法例と同様に腕Aの運動画像の生成に必要なとなる各種物理量の情報を入力部6を介して腕配置モデル化部1に入力する。

すると、腕配置モデル化部1は、各種物理量を決定し、図3、図4及び図5に示すように腕Aの配置を決定する。

【0038】

図3では、肩Sを鉛直な軸(y軸)のまわりに角度 $\theta$ だけ回転する剛体棒で肩モデル化している。しかし、図4の $\delta$ のように、図3の軸のまわりに回転する運動を加えたり、あるいは図4の $\rho R$ 、 $\rho L$ のように肩Sの回転による遠心力などを考慮してもよい。本応用方法例において、変数 $\theta$ 、 $\delta$ 、 $\rho R$ 、 $\rho L$ は肩Sの運動に属する。

【0039】

そして、腕Aは、肩Sを支点とする2重振子で近似される。その際、肩Sの運



動と腕Aの運動とを独立であると仮定する場合には、例えば、図5に示すように上腕A1の角度を $\phi_1$ 、下腕A2の角度を $\phi_2$ で表し、支点Oを肩Sの位置を表す点(X, Y)とする。この点(X, Y)の運動は腕Aの運動状態に依存しない。

なお、図5では鉛直下向きの直線から反時計まわりの方向が正となるように $\phi_1$ 、 $\phi_2$ をとっているが、腕Aの配置が一意的に表現できる座標であればどのようなにとっても構わない。

【0040】

腕運動状態モデル化部2は、図5で示した系に対する運動状態の腕モデル化を行う。すなわち、腕配置モデル化部1で決定された腕モデル及び物理量に対して運動方程式や補間法を行う際の式を決定して出力する。

例えば、図6に示すように、時刻 $t_0$ に $q_0 = q(t_0)$ の状態、時刻 $t_1$ に $q_1 = q(t_1)$ の状態、時刻 $t_2$ に $q_2 = q(t_2)$ の状態を取るような系であるとし、肘関節を表す $\phi_2$ の拘束条件を、

【数1】

$$\phi_1 \leq \phi_2 < \pi \quad (1)$$

とする。

【0041】

そして、運動モデル化部2aでは、これらの間を線形に、即ち、 $q(t_0) \rightarrow q(t_1)$ 、 $q(t_1) \rightarrow q(t_2)$ をそれぞれ一定の速度で運動する状態であるとし、運動モデル化部2bではこれらの間を例えば正弦曲線で近似される速度で運動する状態であるとし、運動モデル化部2cでは物理法則に従う運動状態であるとし、例えば $L$ をこの系のラグランジアン、 $q$ をこの系の一般化座標( $\phi_1$ 、 $\phi_2$ )、 $F_q$ を $q$ に関する一般化力として、ラグランジュの運動方程式

【数2】

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q} = F_q \quad (2)$$

によって導かれる運動であるものとする。その際、一般化力は系が  $q_0$ 、 $q_1$ 、 $q_2$  を取るものであればどのようなものでもよい。

【0042】

次に、肩位置決定部3は、肩Sの位置を計算する。肩Sの肩モデルは図5の（X，Y）が計算できるものであれば、図3又は図4のものを用いてもよいし、他のものでもよい。

【0043】

続いて、腕角度計算部4にて、腕Aの角度を計算する。

【外1】

計算部4aでは運動モデル化部2aの運動状態に基づき、 $t_0 \sim t_2$ 間の時刻  $t$  に対する角度  $\phi_1^a(t)$  及び  $\phi_2^a(t)$  を計算する。離散的な時系列  $t_0, t_0 + \Delta t, t_0 + 2\Delta t, \dots, t_2$  を用いる場合は、 $t^k = t_0 + \Delta t$ 、 $0 \leq k \leq (t_2 - t_0)/\Delta t$  として、角度  $\phi_1^a(t^k)$  及び  $\phi_2^a(t^k)$  を計算する。

計算部4bでは運動モデル化部2bの運動状態に基づき、角度  $\phi_1^b(t)$  及び  $\phi_2^b(t)$  あるいは角度  $\phi_1^b(t^k)$  及び  $\phi_2^b(t^k)$  を計算する。

計算部4cでは運動モデル化部2cの運動状態に基づき、角度  $\phi_1^c(t)$  及び  $\phi_2^c(t)$  あるいは角度  $\phi_1^c(t^k)$  及び  $\phi_2^c(t^k)$  を計算する。

【0044】

【外2】

図7に $\phi_1(t)$ または $\phi_2(t)$ の速度の時間変化列を示す。

その後、計算角度合成・出力部5において、出力された $\phi_i^j(t)$ あるいは $\phi_i^j(t^k)$  ( $i=1,2; j=a,b,c$ )を合成する。例えば、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ,  $0 \leq [\alpha, \beta, \gamma] \leq 1$ であるような実数 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ を用いて、

$$\phi_i(t) = \alpha \phi_i^a(t) + \beta \phi_i^b(t) + \gamma \phi_i^c(t), \quad i=1,2, \quad (3)$$

あるいは

$$\phi_i(t^k) = \alpha \phi_i^a(t^k) + \beta \phi_i^b(t^k) + \gamma \phi_i^c(t^k), \quad i=1,2, \\ 0 \leq k \leq (t_2 - t_0) / \Delta t \quad (4)$$

と表す。

【0045】

本応用方法例では、 $q_0 \rightarrow q_1 \rightarrow q_2$ の方向に運動する場合について示したが、逆に $q_2 \rightarrow q_1 \rightarrow q_0$ の方向に運動する場合や、あるいは周期的な運動の場合でも全く同様である。

本応用方法例によれば、腕Aの動きを肩Sの運動に付随するものとして効率的に計算することが可能となる。さらに、複数の運動状態の計算結果を重ね合わせるにより、例えば線形変化のみの運動を表現したり、動力的運動のみを表現したりすることができ、また、これらを任意に合成すれば様々な運動状態を表現することが可能となる。

【0046】

以上本発明の代表的な装置例、方法例、応用装置例及び応用方法例について説明したが、本発明は必ずしも当該装置例の手段及び当該方法例の手法等だけに限定されるものではない。本発明の目的を達成し、後述する効果を有する範囲内において適宜変更して実施することができるものである。特に腕Aの運動状態を画像表現することについて述べたが、脚などの関節を画像表現する場合にも本発明

を適用することができる。

【0047】

【発明の効果】

以上説明したように本発明は、関節を剛体の物理振子にて近似したモデルとし、当該モデルに対して運動方程式を立てて当該関節の運動を表現するので、腕などの関節の運動を計算量を少なく抑えて多様に表現することができるという効果を奏する。

【0048】

特に、腕の動きを肩の運動に付随するものとして効率的に計算することができ、歩行動作に付随する腕の運動など、腕の運動自体が主な目的ではない動作を自然に表現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の装置例の多関節構造体の運動画像生成装置 $\alpha$ の構成を示したブロック図である。

【図2】

本発明の応用装置例の多関節構造体の運動画像生成装置 $\beta$ の構成を示したブロック図である。

【図3】

本発明の応用方法例において腕の運動状態を表すモデルを示した説明図である。

【図4】

同上の応用方法例において腕の運動状態を表す別例のモデルを示した説明図である。

【図5】

同上の応用方法例において腕の運動状態を表す別例のモデルを示した説明図である。

【図6】

同上の応用方法例において腕の運動に生じる拘束条件を示した説明図である。

【図 7】

同上の応用方法例において生成された角速度例を示したグラフである。

【符号の説明】

$\alpha$ 、 $\beta$  …多関節構造体の運動画像生成装置（運動画像生成装置）

1 …腕配置モデル化部

2 …腕運動状態モデル化部

3 …肩位置決定部

4 …腕角度計算部

5 …計算角度の合成・出力部

6 …入力部

7 …表示部

2 a、2 b、2 c …運動モデル化部

4 a、4 b、4 c …計算部

A …腕

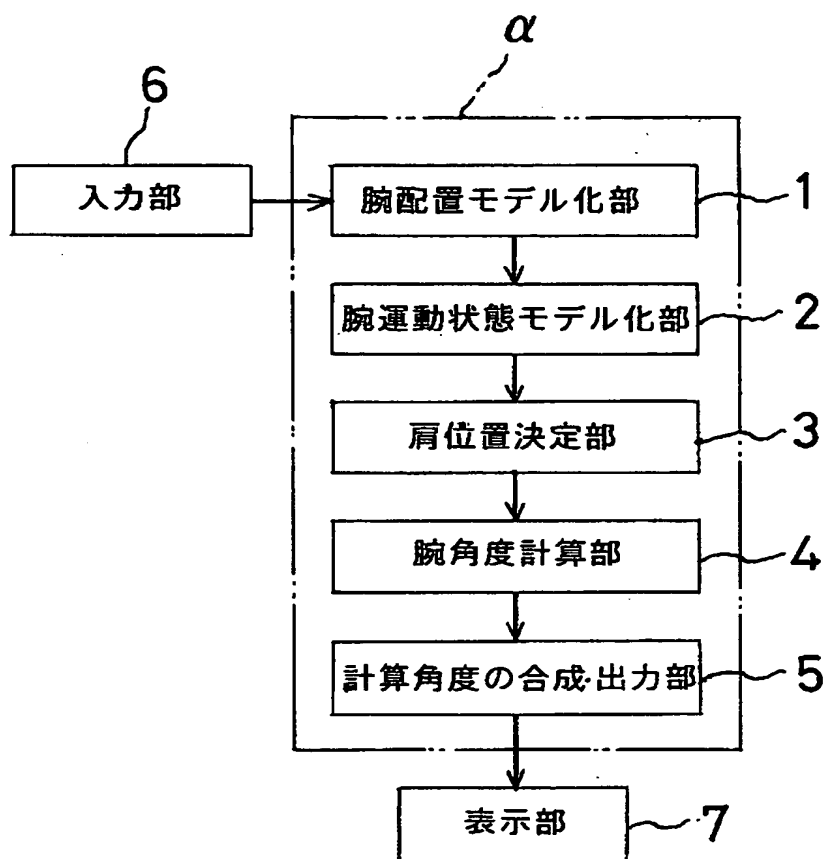
S …肩

A 1 …上腕

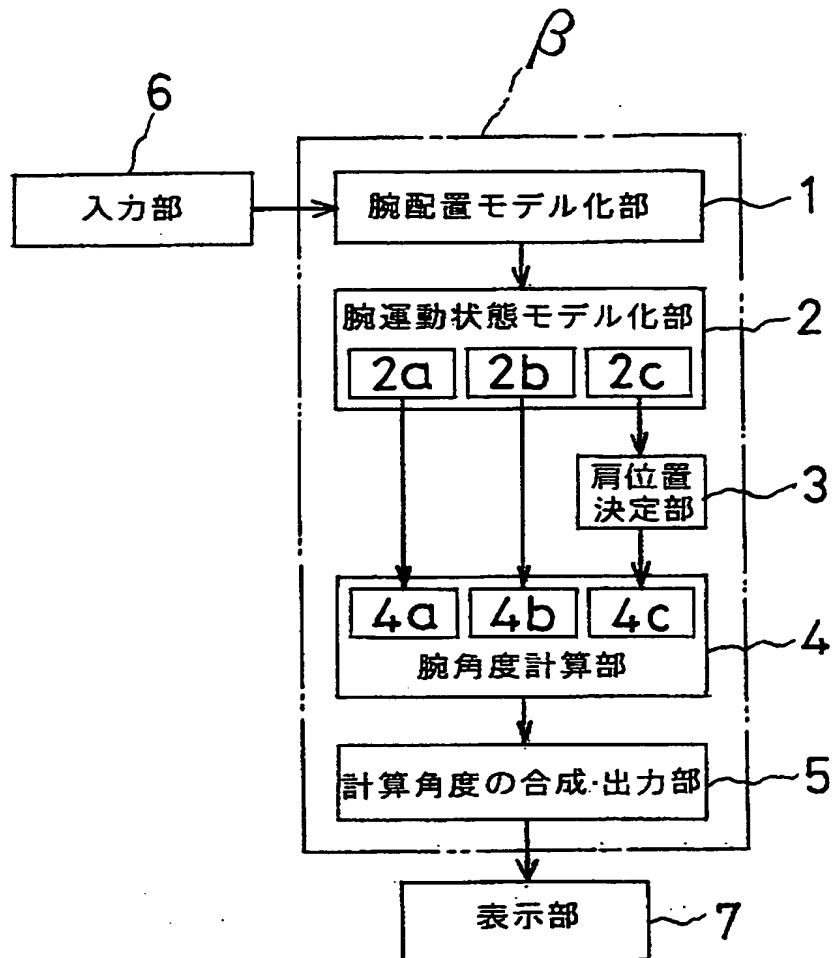
A 2 …下腕

【書類名】 図面

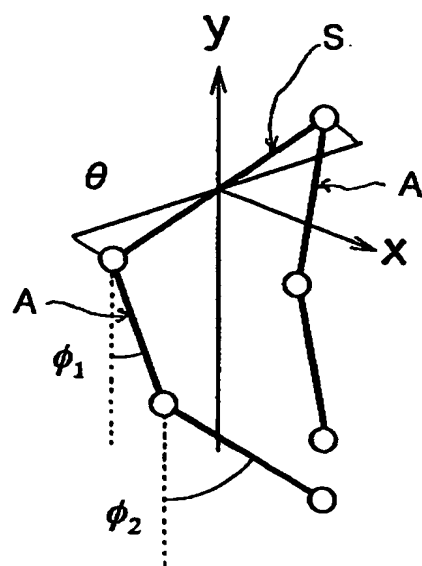
【図1】



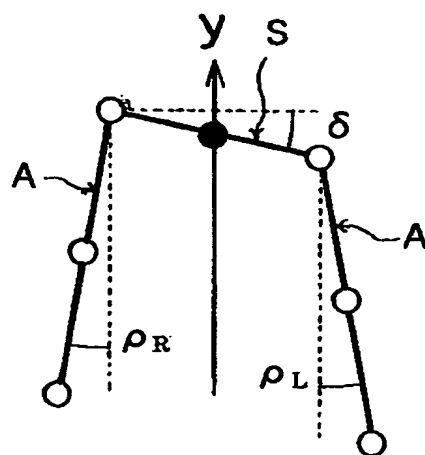
【図2】



【図3】

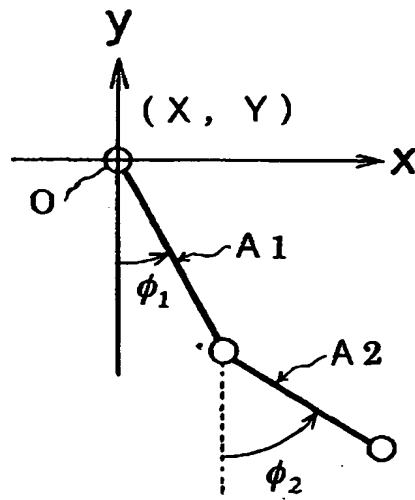


【図4】

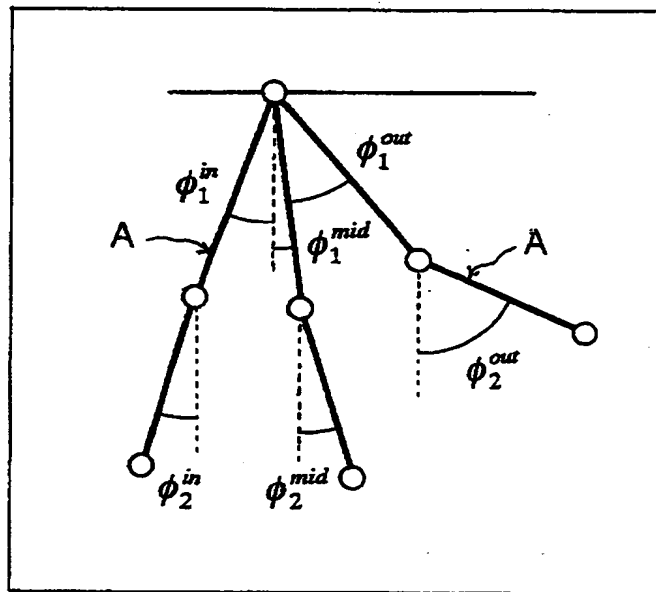




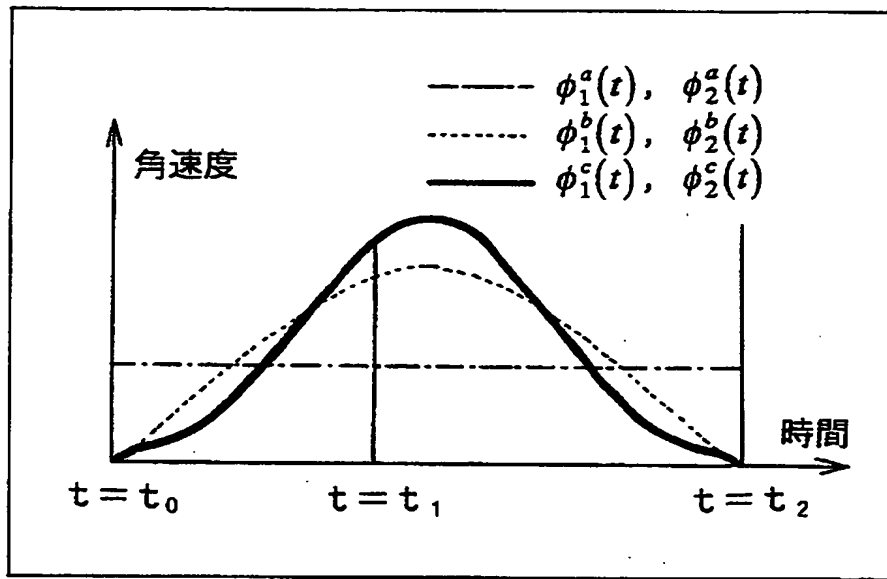
【图5】



【图6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 腕などの関節の運動を計算量を少なく抑えて多様に表現することができる多関節構造体の運動画像生成方法及び装置を提供する。

【解決手段】 多関節構造体の腕Aの運動を画像で表現するに当たり、腕配置モデル化部1にて腕の構造を剛体の物理振子にて近似した腕モデルとし、腕運動状態モデル化部2にて腕モデルに対して運動方程式を決定し、肩位置決定部3にて肩モデルの物理振子の支点となる肩Sの位置を計算し、腕角度計算部4にて運動方程式に応じて、ある時刻における腕Aの配置を示す角度を計算し、計算角度合成・出力部5にて腕Aの配置を示す角度が複数存在する場合は予め設定した重み付けを行って合成し、かつ出力して、腕Aの運動状態を表現する。

【選択図】 図1

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000004226

【住所又は居所】

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

【氏名又は名称】

日本電信電話株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100071113

【住所又は居所】

東京都中央区八丁堀3-17-16-201 セン

トラル京橋

【氏名又は名称】

菅 隆彦

特平 8-219972

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1995年 9月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

氏 名 日本電信電話株式会社